

Better Functioning of the somatosensory system in Postural Control of Blind Athletes Compared to Non-Athletes

Fariba Mohammadi*¹, Mahdi Bayati², Hamed Abbasi¹, Nahid Allafan³

1. Assistant Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Sports Medicine Research Center, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran
2. Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, Sports Medicine Research Center, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran
3. PhD of Corrective Exercise, Department of Sport Medicine and Health, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 2018.November.11

Revised: 2019.February.13

Accepted: 2019.April.21

Abstract

Background and Aims: The somatosensory system is one of the most important sensory sources involved in postural control. The purpose of the present study was to compare function of the somatosensory system in postural control of blind athletes compared to blind and the sighted non-athletes.

Materials and Methods: A total of 30 men were purposefully selected and categorized into three groups of blind athletes of Goalball B1 class (n=10), absolute blind non-athletes (n=10), and the sighted non-athletes (n=10). In vitro, body sensory information was predominant in posture control, and then participant's performance of the posture control system was evaluated based on the center of gravity displacement in the internal-external, anterior-posterior direction, and total using the balance measurement instrument Biodex. The comparison of variables among the groups was done using Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests at a significance level of $P < 0.05$ in SPSS software, version 22.

Results: The results of Kruskal Wallis test indicated that when the visual information is removed and the head is in the hyperactivity state, the differences in the center of gravity displacement in the internal-external direction ($P_{ML}=0.006$) and total ($P_{Total}=0.041$) among the three groups of the blind athletes, the blind non-athletes, and the sighted non-athletes were observed to be significant. According to the results of U-hu-Whitney test, the center of gravity displacement in the internal-external direction and total in the blind athletes group was significantly less than that of the two blind non-athletes ($P_{ML}=0.011$, $P_{Total}=0.049$) and the sighted non-athletes ($P_{ML}=0.003$, $P_{Total}=0.025$) groups.

Conclusion: In situations where the somatosensory system data is predominant, the postural control of Goalball's athletes was better than that of the blind non-athletes and even the sighted non-athletes. It seems that the activities of sport or the nature of the Goalball are effective in improving the somatosensory and postural control.

Keywords: Goalball; Absolute Blind; Postural control; Vision; Vestibular System

Cite this article as: Fariba Mohammadi, Mahdi Bayati, Hamed Abbasi, Nahid Allafan. Better functioning of the somatosensory system in postural control of blind athletes compared to non-athletes. J Rehab Med. 2019; 8(3): 179-187.

* **Corresponding Author:** Fariba Mohammadi. Assistant Professor, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Sports Medicine Research Center, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran.

Email: f.mohammadi@ssrc.ac.ir

DOI: 10.22037/jrm.2019.111436.1992

عملکرد بهتر سیستم حسی-پیکری در کنترل پوسچر ورزشکاران نابینا نسبت به غیرورزشکاران

فریبا محمدی^{۱*}، مهدی بیاتی^۲، حامد عباسی^۱، ناهید علافان^۳

۱. استادیار، گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، پژوهشکده طب ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، پژوهشکده طب ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران
۳. دکتری تخصصی حرکات اصلاحی، گروه طب ورزشی و بهداشت، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

پذیرش مقاله ۱۳۹۸/۰۲/۰۱ *

بازنگری مقاله ۱۳۹۷/۱۱/۲۴

* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۰۸/۲۰

چکیده

مقدمه و اهداف

سیستم حسی-پیکری یکی از مهم‌ترین منابع حسی درگیر در کنترل پوسچر می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر مقایسه عملکرد سیستم حسی-پیکری در کنترل پوسچر نابینایان ورزشکار و غیرورزشکاران نابینا و بینا بود.

مواد و روش‌ها

۳۰ مرد به طور هدفمند انتخاب شدند و در سه گروه ورزشکاران نابینای کلاس B1 گلبال (۱۰ نفر)، افراد نابینای مطلق غیرورزشکار (۱۰ نفر) و افراد بینای غیرورزشکار (۱۰ نفر) قرار گرفتند. در شرایط آزمایشگاهی اطلاعات حس پیکری در کنترل پوسچر غالب گردید، سپس عملکرد سیستم کنترل پوسچر آزمودنی‌ها بر اساس میزان جابه‌جایی مرکز ثقل در جهت داخلی-خارجی، قدامی-خلفی و به صورت کلی با استفاده از دستگاه تعادل‌سنج با یودکس ارزیابی شد. مقایسه متغیرها در بین گروه‌ها با آزمون کروسکال والیس و یومن-ویتنی در سطح معناداری $P < 0.05$ و با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت.

یافته‌ها

نتایج آزمون کروسکال والیس نشان داد وقتی اطلاعات بینایی حذف و سر در وضعیت هاپیراکستنشن است، میزان جابه‌جایی مرکز ثقل در جهت داخلی-خارجی ($P_{ML} = 0.006$) و به صورت کلی ($P_{Total} = 0.041$) بین سه گروه نابینای ورزشکار، نابینای غیرورزشکار و بینای غیرورزشکار تفاوت معناداری دارد. بر اساس نتایج آزمون یومن-ویتنی، میزان جابه‌جایی مرکز ثقل در جهت داخلی-خارجی و به صورت کلی در گروه نابینای ورزشکار به طور معناداری کمتر از دو گروه غیرورزشکار نابینا ($P_{ML} = 0.011$ و $P_{Total} = 0.049$) و غیرورزشکار بینا ($P_{ML} = 0.003$ و $P_{Total} = 0.025$) بود.

نتیجه‌گیری

در شرایطی که اطلاعات حس پیکری غالب است، کنترل پوسچر ورزشکاران گلبال بهتر از نابینایان غیرورزشکار و حتی افراد بینای غیرورزشکار بود، به نظر می‌رسد فعالیت‌های ورزشی و یا ماهیت رشته ورزشی گلبال در تقویت حس پیکری و بهبود کنترل پوسچر نقش موثری دارد.

واژه‌های کلیدی

گلبال؛ نابینای مطلق؛ کنترل پوسچر؛ بینایی؛ سیستم وستیبولار

نویسنده مسئول: فریبا محمدی، استادیار آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، پژوهشکده طب ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و

علوم ورزشی، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: f.mohammadi@ssrc.ac.ir

طبق آمار سازمان بهداشت جهانی (WHO)^۱، ۲۸۵ میلیون نفر در جهان اختلال بینایی دارند که از این میان ۳۹ میلیون نفر نابینا و ۲۴۶ میلیون نفر کم‌بینا هستند. ۹۰ درصد این جمعیت در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند و ۲۸ درصد آن‌ها را گروه سنی ۱۵ تا ۴۹ سال تشکیل می‌دهند.^[۱] در ایران نیز شیوع نابینایی هفت در هر هزار نفر است و از میان ۱/۴ میلیون نفر معلول جسمی، حدود ۴۳۰ هزار نفر (یک سوم آمار معلولیت‌ها)، معلول نابینا هستند.^[۲]

یکی از بزرگترین مشکلات افراد دارای معلولیت بینایی، نقص در کنترل تعادل است.^[۳] کنترل پوسچر یا تعادل انسان به مجموع اطلاعات ارسالی از حس‌های بینایی، وستیبولار و حسی-پیکری وابسته است.^[۴-۶] این حواس اطلاعات مربوط به وضعیت مفاصل نسبت به هم و موقعیت بدن نسبت به محیط اطراف را به دستگاه عصبی مرکزی (CNS)^۲ پیام‌رسانی می‌کند. CNS بر اساس اطلاعات ورودی، برنامه حرکتی را طوری تنظیم می‌کند تا توازن بین نیروها و گشتاورهای موثر روی مرکز جرم بدن برقرار شود و مرکز جرم در محدوده سطح اتکاء قرار گیرد.^[۷] سیستم بینایی، حرکات اجسام خارجی را نسبت به سر بررسی می‌کند^[۸] و سیستم وستیبولار، CNS را از وضعیت سر نسبت به کشش جاذبه آگاه می‌کند و حداکثر کارایی آن برای حفظ تعادل زمانی است که سر در وضعیت نزدیک به قائم باشد. مطالعات بسیاری نشان داده است که اطلاعات دهلیزی نقش اندکی در کنترل پوسچر در حالت ایستاده ساکن دارد^[۹]، زیرا در این حالت نوسانات، کمتر از آستانه تحریک سیستم دهلیزی است.^[۱۰] سیستم حسی-پیکری نیز اطلاعات مربوط به حس وضعیت، لمس، حرارت و درد را به CNS ارسال می‌کند.^[۱۱] نقص در هر یک از این حواس اثرات منفی بر کنترل پوسچر دارد.^[۱۲] در ورزش نیز به منظور حفظ عملکرد ورزشی لازم است تا فرد در نزاعی مداوم با عوامل تخریب‌کننده تعادل مقابله کند و تعادل پهنه خود را حفظ کند.^[۱۲] به همین دلیل تعادل یکی از عوامل موثر در افزایش عملکرد ورزشی و پیشگیری از آسیب به شمار می‌رود. اهمیت تعادل در پیشگیری از آسیب تا حدی است که از آن به‌عنوان ابزاری برای ارزیابی خطر بروز آسیب در ورزش استفاده می‌شود.^[۱۳]

گلبال یکی از دو رشته ورزشی است که در پارالمپیک لندن، بالاترین نرخ آسیب‌های ورزشی را داشته است^[۱۴] و از طرفی دیگر، پرطرفدارترین رشته ورزشی ویژه افراد نابینا و کم‌بینا به شمار می‌رود. این رشته ورزشی با هدف کمک به بازتوانی و ارتقاء آمادگی جسمانی و روانی نابینایان در سال ۱۹۴۶ توسط Hanz Lorenzen برای افراد با نقص بینایی طراحی شد.^[۱۵] تکنیک‌های آن در مرتفع کردن نیازهای حرکتی افراد نابینا از جمله هماهنگی حرکات، قدرت و استقامت مورد توجه است.^[۱۶] هدف نهایی این ورزش همانند سایر رشته‌های ورزشی نابینایان کمک به استقلال حرکتی و سلامت افراد نابینا و کم‌بینا می‌باشد.^[۱۷] ورزشکاران این رشته نسبت به هم‌تایان غیرفعال خود از سطوح بالاتر عوامل آمادگی جسمانی همچون آمادگی هوازی، ترکیب بدنی، عملکرد عضلانی-اسکلتی^[۱۸] و آمادگی حرکتی^[۱۹] برخوردار هستند.

قدرت عضلانی و تعادل از عوامل ضروری برای عملکرد بهتر بازیکنان گلبال محسوب می‌شود.^[۲۰] بازیکنان گلبال به منظور جهت‌یابی فضایی و محل‌یابی منبع صدای^[۲۱]، تغییر جهت‌های سریع، توقف، فرود و پرش به تعادل و کنترل پوسچر نیاز دارند.^[۲۲] اما از اطلاعات حس بینایی در کنترل پوسچر محروم هستند. این در حالی است که بینایی به میزان ۸۰ درصد در کنترل پوسچر سهیم است^[۲۳] و نقش کلیدی و بسیار مهمی در حفظ تعادل دارد.^[۲۴] بر اساس یافته‌های کیانی و فرهپور (۱۳۸۶)، آشفستگی بینایی بیشتر از آشفستگی دو سیستم وستیبولار و حسی-پیکری، نوسانات پوسچر را افزایش می‌دهد^[۲۵] و همین عامل باعث شده است که افراد با نقص بینایی بیش از افراد سالم در معرض خطر افتادن و آسیب قرار بگیرند.^[۲۶] خوشبختانه یک ویژگی مهم سیستم کنترل پوسچر برای سازگاری با نقص وارده بر حواس و حفظ عملکرد مطلوب، کاهش وابستگی به حس معیوب و افزایش کارایی حس‌های باقی‌مانده است.^[۲۷] با این توانایی افراد نابینا می‌توانند از طریق مداخله‌های تمرینی خاص، نقص بینایی خود را با افزایش کارایی حس‌های باقی‌مانده یعنی سیستم‌های حسی-پیکری و وستیبولار جبران کنند.^[۲۸] Jeter و همکاران (۲۰۱۵) تمرینات تعادلی را یکی از این گونه مداخله‌ها عنوان کردند.^[۲۹] علاوه بر تمرینات تعادلی، Jeter و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی اثر هشت هفته تمرینات یوگا بر پایه Ashtanga بر مشارکت حواس حسی-پیکری و وستیبولار در کنترل پوسچر افراد دارای نقص بینایی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد هشت هفته تمرینات یوگا بر پایه Ashtanga حس پیکری و دهلیزی را برای کنترل پوسچر، بهتر فعال می‌کند.^[۳۰] همچنین تمرین عصبی-عضلانی^[۳۱] و تمرین روی سطوح ناپایدار از قبیل تخته تعادل^[۳۲]، به بهبود عملکرد حسی-پیکری منجر می‌شود.

برخی از مطالعات نشان داده‌اند که شرکت در رشته‌های ورزشی نیز می‌تواند میزان مشارکت برخی از حواس را افزایش دهد. برای مثال تمرین در رشته‌های ژیمناستیک و فوتبال سهم سیستم حسی-پیکری را در کنترل پوسچر نسبت به حس بینایی افزایش می‌دهد.^[۲۵-۲۷] مطالعاتی که در زمینه رشته‌های ورزشی نابینایان همچون گلبال و جودو صورت گرفته نیز عملکرد بهتر ورزشکاران را در کنترل پوسچر

¹ World Health Organization

² Central Nervous System

³ Neuromuscular Training

نسبت به همتایان غیرورزشی خود تایید کرده‌اند^[۲۸]؛ اما به میزان مشارکت حواس مختلف در کنترل پوسچر ورزشکاران و غیرورزشکاران توجهی نداشته‌اند. علاوه بر این، بهره‌مندی از حس پیکری و وستیبولار در افراد نابینا، به تجربه بینایی فرد (مادرزادی و یا اکتسابی) هم بستگی دارد؛ به طوری که نشان داده شده است کنترل پوسچر افرادی که نقص بینایی مادرزادی دارند، نسبت به افرادی که اکتسابی دچار نقص بینایی می‌شوند، بیشتر است^[۱۲]؛ لذا یکی از چالش‌های مربوط به حوزه نابینایان این است که سیستم حسی-پیکری در افرادی که به طور مادرزادی از داشتن سیستم بینایی محروم بوده‌اند، چگونه جهت‌دهی می‌شود و آیا فعالیت‌های ورزشی گلبال، توانایی جبران فقدان حس بینایی یا به حداقل رساندن اثرات کمبود بینایی را در کنترل پوسچر دارد یا خیر. از این رو هدف از پژوهش حاضر مقایسه عملکرد سیستم حسی-پیکری در کنترل پوسچر نابینایان ورزشکار و غیرورزشکاران نابینا و بینا بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع توصیفی و جمع‌آوری داده‌ها به روش مقطعی انجام شده است. حجم نمونه در پژوهش حاضر با استفاده از نرم‌افزار G*Power نسخه ۳.۱.۹.۲ برای انجام آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه در سطح معناداری $\alpha=0/05$ ، توان آماری ۹۵٪ و اندازه اثر ۰/۸ در کل، ۳۰ نفر محاسبه شد؛ لذا ۳۰ مرد با ویژگی‌های فردی اشاره‌شده در جدول شماره ۱ به طور هدفمند انتخاب شدند و در سه گروه ورزشکاران نابینای کلاس B1 گلبال (با حداقل سه سال سابقه فعالیت در گلبال)، افراد نابینای مطلق و افراد بینای غیرورزشکار قرار گرفتند (جدول ۱). معیارهای ورود به مطالعه بر اساس عواملی تعیین شد که بر کنترل پوسچر اثرگذار است؛ بر این اساس آزمودنی‌های پژوهش حاضر فاقد بیماری نورولوژیک، سرگیجه، سابقه عمل جراحی یا شکستگی اندام تحتانی در ۶ ماه گذشته باشند^[۲۹]. مطالعه حاضر دارای تاییدیه کمیته اخلاق پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی به شماره IR.SSRI.REC.1397.360 می‌باشد. در ابتدا به منظور ملاحظات اخلاقی بر اساس بیانیه هلسینکی تمام مراحل پژوهش به اطلاع ولی آزمودنی‌ها رسانده شد و سپس رضایت‌نامه آگاهانه به صورت کتبی برای حضور در برنامه دریافت گردید. در جلسه ارزیابی، آزمودنی‌ها با نحوه اجرا و چگونگی انجام برنامه آشنا شدند و سپس اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش صورت گرفت.

جدول ۱: ویژگی‌های فردی آزمودنی‌ها به تفکیک گروه‌های پژوهش

متغیرها گروه‌ها	تعداد	سن (سال)	قد ایستاده (سانتی‌متر)	توده بدن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم بر مجذور متر)
ورزشکار نابینا	۱۰	۱۹/۲۰±۱/۱۳	۱۷۳/۱۰±۴/۹۵	۶۳/۶۰±۵/۹۴	۲۱/۲۷±۲/۳۲
غیرورزشکار نابینا	۱۰	۱۷/۸۰±۱/۱۳	۱۷۳/۸۰±۶/۸۷	* ۶۹/۸۰±۵/۴۱	۲۳/۱۵±۱/۸۹
غیرورزشکار بینا	۱۰	۱۸/۲۰±۱/۴۷	۱۷۲/۷۰±۶/۵۱	۶۰/۹۰±۷/۱۴	۲۰/۴۰±۱/۹۹

داده‌ها بر اساس میانگین±انحراف استاندارد گزارش شده‌اند.

* تفاوت معنادار با گروه غیرورزشکار بینا ($P<0/05$)

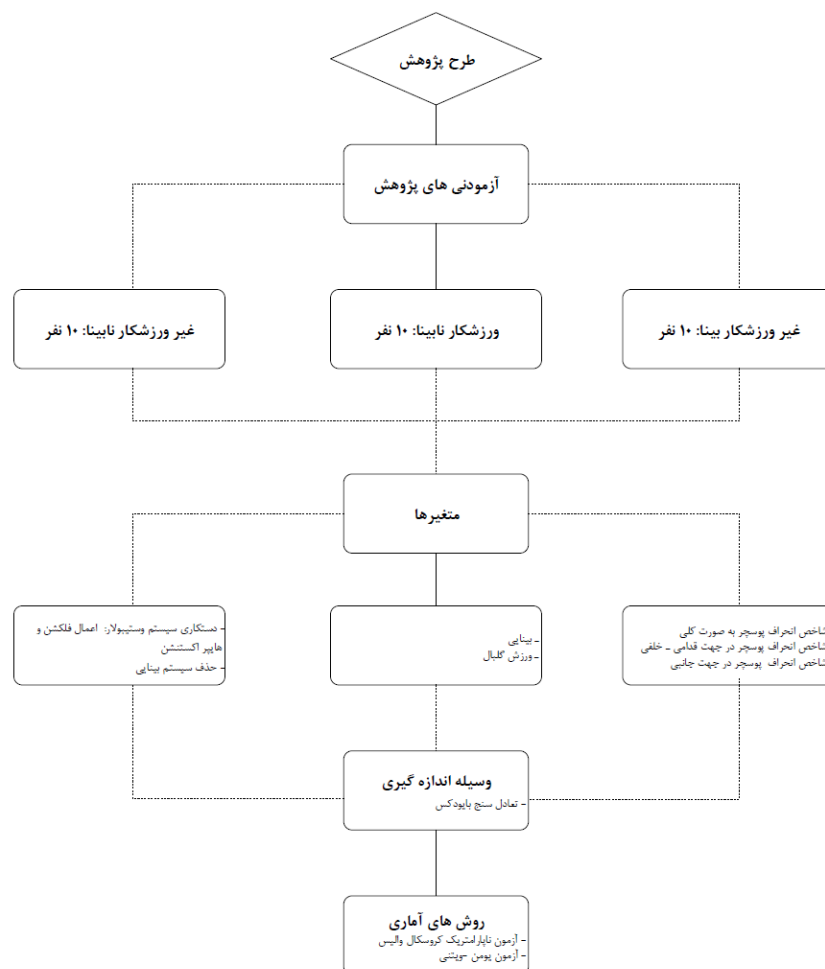
در جلسه آزمون ابتدا قد و توده بدنی با استفاده از قدسنج و ترازو (مدل Seca ساخت آلمان) اندازه‌گیری شد. سپس ارزیابی کنترل پوسچر با دستگاه تعادل‌سنج بایودکس (مدل SW45-30 D-E 617 ساخت امریکا) انجام شد. روایی و اعتبار بایودکس در ارزیابی تعادل افراد بینا توسط Wendy و همکاران (۲۰۰۱) و افراد نابینا توسط Aydog و همکاران (۲۰۰۴) و همکاران (۲۰۰۶) تأیید شده است.^[۳۰، ۳۱]

در شرایط آزمایشگاهی برای بررسی عملکرد هر یک از سیستم‌های بینایی، وستیبولار و حسی-پیکری در کنترل انحراف پوسچر، می‌توان اطلاعات هر یک از سیستم‌ها را مختل، ضعیف و یا حذف نمود تا CNS با تکیه بر یک یا دو سیستم دیگر تعادل را حفظ نماید. برای مثال در تاریکی سهم سیستم بینایی کمتر می‌شود^[۳۱] و یا در موارد حفظ تعادل روی سطوح ناپایدار، درصد مشارکت سیستم حسی-پیکری کاهش و دو سیستم دیگر افزایش می‌یابد.^[۳۲] همچنین هنگامی که بستن چشم با فلکشن یا هایپراکستنشن سر همراه باشد، CNS بیشترین تکیه خود را برای کنترل پوسچر، روی اطلاعات ناشی از گیرنده‌های حسی-پیکری خواهد داشت.^[۳۳، ۳۴] بر این اساس در پژوهش حاضر از پایدارترین حالت دستگاه یعنی سطح ۸، استفاده شد و علاوه بر بینایی (به دلیل نابینایی یا استفاده از چشم‌بند در افراد بینا)، با قرار دادن سر در وضعیت فلکشن و هایپراکستنشن در آوران‌های وستیبولار نیز اغتشاش ایجاد شد تا بدن برای حفظ تعادل، به سیستم حسی-پیکری وابستگی بیشتری پیدا کند.^[۱۴] در این حالت شاخص ثبات بر اساس میانگین انحرافات پوسچر در جهت قدامی-خلفی (AP)،

^۱ Anterior-posterior

داخلی-خارجی (ML)^۱ و به طور کلی، با دستگاه تعادل سنج بایودکس ارزیابی شد. داده‌هایی که ارزش عددی کمتری داشتند، بیانگر سطوح بالاتر کنترل پوسچر بودند.

پیش از انجام آزمون اصلی به آزمودنی‌ها دو دقیقه فرصت آشنایی با دستگاه داده شد. در این مرحله به منظور یافتن بهترین استقرار آزمودنی‌ها روی صفحه تعادل سنج و انطباق مرکز ثقل بدن فرد با نقطه مرکزی دستگاه، از بازخوردهای کلامی استفاده شد. این بازخوردها اطلاعاتی را در رابطه با وضعیت مرکز فشار پاها و محدوده سطح اتکا آزمودنی‌ها با توجه به بازخورد صفحه نمایش دستگاه به آنها ارائه می‌داد. تمامی آزمودنی‌ها چشم‌بند داشتند تا اطلاعات بینایی به طور کامل برای تمام گروه‌ها حذف شود. سپس هر آزمودنی در دو وضعیت (چشم‌های بسته با فلکشن سر و چشم‌های بسته با هایپر اکستنشن سر) با دستگاه تعادل سنج بایودکس ارزیابی شد. در هر وضعیت فرد به گونه‌ای روی صفحه تعادل سنج استقرار یافت که فاصله پاها از هم به اندازه عرض شانه باز^{۳۰}، دست‌ها به صورت متقاطع روی سینه قرار گرفت و مرکز ثقل بدن با مرکز مختصات صفحه تعادل منطبق بود. پس از اعلام آمادگی فرد، انحرافات پوسچر به مدت ۲۰ ثانیه ثبت شد. اگر فرد حین اجرای آزمون، دست‌های خود را باز می‌کرد و یا دستگیره‌های دستگاه را می‌گرفت، آزمون متوقف و پس از استراحت، دوباره تکرار می‌شد. ارزیابی در هر وضعیت، سه مرتبه تکرار شد و فاصله استراحت بین هر تکرار ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شد. بعد از سه تکرار، میانگین انحرافات پوسچر در هر دو وضعیت و در جهت‌های قدامی-خلفی، داخلی-خارجی و کلی به عنوان داده‌های نهایی ثبت شد. در تصویر ۱ طرح شماتیک پژوهش ارائه شد.



تصویر ۱: طرح شماتیک پژوهش

روش‌های آماری

توصیف داده‌ها بر اساس میانگین و انحراف استاندارد انجام شد. به منظور بررسی همگنی گروه‌ها در متغیرهای سن، قد ایستاده، توده بدنی از آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه استفاده شد. بررسی ارتباط بین توده بدنی با متغیرهای وابسته با آزمون همبستگی اسپیرمن انجام شد. با توجه به اینکه توزیع نرمال داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک تایید نشد؛ از این رو، مقایسه متغیرها در بین سه گروه با آزمون ناپارامتریک

^۱ Medial-lateral

کروسکال والیس صورت گرفت. همچنین برای مقایسه دو به دو گروهها از آزمون یومن-ویتنی استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری در سطح معناداری $P < 0.05$ و با نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ صورت گرفت.

یافته‌ها

نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه نشان داد که توده بدنی آزمودنی‌ها در سه گروه اختلاف معناداری دارد (جدول ۱). بر اساس آزمون همبستگی اسپیرمن، ارتباط معناداری بین توده بدنی با هیچ یک از متغیرهای وابسته وجود نداشت ($P > 0.05$)؛ لذا توده بدنی نمی‌توانست به عنوان متغیر مداخله‌گر بر نتایج پژوهش تاثیر بگذارد.

تحلیل آماری کروسکال والیس نشان داد که در وضعیت فلکشن سر تفاوت معناداری در شاخص‌های قدامی-خلفی، داخلی-خارجی و کلی بین سه گروه وجود ندارد ($P > 0.05$)، اما در وضعیت هایپراکستنشن سر تفاوت معناداری در شاخص کلی ($P = 0.041$) و شاخص داخلی-خارجی ($P = 0.006$) بین گروه‌ها مشاهده شد. نتایج آزمون یومن-ویتنی حاکی از تفاوت معنادار در وضعیت فلکشن سر بین شاخص قدامی-خلفی دو گروه ورزشکاران نابینا و غیرورزشکاران نابینا بود ($U = 24/00$, $P = 0.048$). همچنین تفاوت معناداری در وضعیت هایپراکستنشن سر؛ بین شاخص کلی دو گروه ورزشکاران نابینا و غیرورزشکاران نابینا ($U = 24/00$, $P = 0.049$)، شاخص کلی دو گروه ورزشکاران نابینا و غیرورزشکاران بینا ($U = 20/50$, $P = 0.025$)، شاخص داخلی-خارجی دو گروه ورزشکاران نابینا و غیرورزشکاران نابینا ($P = 0.011$)، شاخص داخلی-خارجی دو گروه ورزشکاران نابینا و غیرورزشکاران بینا ($U = 16/50$, $P = 0.003$) مشاهده شد.

جدول ۲: مقایسه متغیرها در گروه‌های پژوهش (میانگین \pm انحراف استاندارد)

مقدار P یومن- ویتنی	مقدار U	گروه‌ها		مقدار P کروسکال والیس	مقدار X^2	امتیاز (شاخص ثبات)	گروه	شاخص	وضعیت سر
0/068	26	غیرورزشکار نابینا	ورزشکار نابینا	0/090	4/807	4/87 \pm 0/92	ورزشکار نابینا	کلی	فلکشن
0/052	24/50	غیرورزشکار بینا	ورزشکار نابینا			6/39 \pm 2/03	غیرورزشکار نابینا		
0/791	46/50	غیرورزشکار بینا	غیرورزشکار نابینا			5/82 \pm 0/75	غیرورزشکار بینا		
0/048	24	غیرورزشکار نابینا	ورزشکار نابینا	0/107	4/462	3/38 \pm 0/65	ورزشکار نابینا	AP	
0/283	38/50	غیرورزشکار بینا	ورزشکار نابینا			4/69 \pm 1/65	غیرورزشکار نابینا		
0/161	31/50	غیرورزشکار بینا	غیرورزشکار نابینا			3/80 \pm 1/00	غیرورزشکار بینا		
0/306	36/50	غیرورزشکار نابینا	ورزشکار نابینا	0/467	1/524	3/44 \pm 1/07	ورزشکار نابینا	ML	
0/272	35/50	غیرورزشکار بینا	ورزشکار نابینا			4/41 \pm 1/77	غیرورزشکار نابینا		
0/970	49/50	غیرورزشکار بینا	غیرورزشکار نابینا			4/11 \pm 0/78	غیرورزشکار بینا		
0/049	24	غیرورزشکار نابینا	ورزشکار نابینا	* 0/041	6/369	5/74 \pm 0/84	ورزشکار نابینا	کلی	هایپراکستنشن
0/025	20/50	غیرورزشکار بینا	ورزشکار نابینا			7/52 \pm 2/32	غیرورزشکار نابینا		
0/427	39/50	غیرورزشکار بینا	غیرورزشکار نابینا			8/50 \pm 2/74	غیرورزشکار بینا		
0/150	31	غیرورزشکار نابینا	ورزشکار نابینا	0/217	3/053	4/37 \pm 1/31	ورزشکار نابینا	AP	
0/140	30/50	غیرورزشکار بینا	ورزشکار نابینا			5/54 \pm 1/89	غیرورزشکار نابینا		
0/545	42	غیرورزشکار بینا	غیرورزشکار نابینا			5/77 \pm 2/58	غیرورزشکار بینا		
0/011	16/50	غیرورزشکار نابینا	ورزشکار نابینا	* 0/006	10/293	3/69 \pm 0/50	ورزشکار نابینا	ML	
0/003	11	غیرورزشکار بینا	ورزشکار نابینا			5/24 \pm 1/87	غیرورزشکار نابینا		
0/820	47	غیرورزشکار بینا	غیرورزشکار نابینا			5/12 \pm 1/20	غیرورزشکار بینا		

AP: شاخص قدامی-خلفی، ML: شاخص داخلی-خارجی، *: تفاوت معنادار در آزمون کروسکال والیس ($P < 0.05$)

∇: تفاوت معنادار در آزمون یومن-ویتنی ($P < 0.05$)

بحث

هدف از پژوهش حاضر مقایسه عملکرد سیستم حسی-پیکری در کنترل پوسچر بازیکنان گلبال با افراد غیرورزشکار نابینا و بینا بود. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که وقتی سر در حالت هایپراکستنشن است، سیستم کنترل پوسچر ورزشکاران (بازیکنان گلبال) عملکرد بهتری دارد؛ به طوری که کنترل نوسانات هم به صورت کلی و هم در جهت داخلی-خارجی به طور قابل توجهی بهتر از نابینایان غیرورزشکار و حتی غیرورزشکاران بینا بود. علت آن احتمالاً فعالیت‌های ورزشی بازیکنان گلبال است. در این راستا Aydog و همکاران (2006) نشان دادند شاخص‌های ثباتی بازیکنان گلبال با افراد بینا تفاوتی ندارد، اما بین بازیکنان گلبال و نابینایان بی‌تحرك اختلاف قابل

توجهی وجود دارد. بر اساس نظر آن‌ها احتمالاً ورزش خاصی مثل گلبال منجر به سازگاری با نقص تعادل می‌شود.^[۳۹] همچنین Colak و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهش خود دریافتند عملکرد بازیکنان گلبال در آزمون تعادلی فلامینگو نسبت به افراد نابینای غیرفعال بهتر است و علت آن احتمالاً بهبود مهارت‌های حرکتی بازیکنان گلبال است.^[۱۶] در پژوهش حاضر نیز سیستم کنترل پوسچر بازیکنان گلبال بهتر از غیرورزشکاران نابینا بود، این عملکرد بهتر در شرایطی بود که تنها آوران‌های حسی-پیکری بدون دستکاری به اعصاب مرکزی مخابره می‌شدند. در نتیجه احتمالاً ورزش گلبال می‌تواند از طریق افزایش دقت سیستم حسی-پیکری منجر به بهبود تعادل شود.

تمرین مهارت‌های ورزشی از طریق افزایش توجه به نشانه‌های بیومکانیکی (مثل شتاب مفصل) و افزایش دقت در تغییر وضعیت مفصل می‌تواند وابستگی به اطلاعات بینایی را کاهش و سهم حس پیکری در کنترل پوسچر را افزایش دهد.^[۳۴] در این راستا Aydin و همکاران (۲۰۰۲) دریافتند حس وضعیت مچ پا و تعادل کسانی که تمرینات ژیمناستیک را انجام می‌دهند، بهتر از هم‌تایان خود در گروه کنترل است.^[۲۵] Lephart و همکاران (۱۹۹۶) عامل اصلی افزایش حس حرکت^۱ و بهبود تعادل ژیمناست‌ها را اثر تمرین بر عضلات، تاندون‌ها و گیرنده‌های موجود در آن‌ها عنوان کردند.^[۲۶] Cheng و همکاران (۲۰۱۱) نیز همین سازوکار را عامل ثبات بیشتر رفاضان حرفه‌ای نسبت به افراد غیرفعال ذکر کردند.^[۳۵] همچنین Sundstrup و همکاران (۲۰۱۰) علت احتمالی عملکرد بهتر سالمندان فوتبالیست در آزمون فلامینگو را نسبت به سالمندان تمرین‌نکرده، حساسیت بیشتر گیرنده‌های سیستم حسی-پیکری و یا ترکیب بهتر اطلاعات آوران مکانورسپتورها و پروپریوسپتورها بیان کردند.^[۲۷]

رشته ورزشی گلبال نیز از این قاعده مستثنی نیست. پرتاب توپ به اهداف مشخص در زمین حریف، به تخمین صحیح نیرو در عضلات نیاز دارد. همچنین، جهت‌یابی درست مسیر توپ و جایابی صحیح برای دفاع مناسب، به آگاهی مناسب از وضعیت اندام‌ها نسبت به یکدیگر و در فضا بستگی دارد. تخمین صحیح نیرو و آگاهی از وضعیت اندام‌ها به عملکرد دقیق سیستم حسی-پیکری نیاز دارد. حس لامسه نیز قسمتی از سیستم حسی-پیکری را تشکیل می‌دهد. تحرک گیرنده‌های لامسه پا حین جابه‌جایی‌ها در زمین بازی و تماس پا با زمین، اطلاعات لازم برای کسب تعادل را به CNS ارسال می‌کنند و اثری قوی در حفظ ثبات دارند.^[۳۶] احتمال می‌رود تحریک حس پیکری، روند پلاستیسیته مغزی را شروع می‌کند و جبران نقص بینایی صورت می‌گیرد.^[۳۷] بنابراین تمرین برای عملکرد بهتر در زمین گلبال و افزایش بازخورد حسی-پیکری می‌تواند به عنوان مداخله تمرینی، اثر مثبتی بر بهبود کنترل پوسچر داشته باشد. نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد در شرایطی که آوران‌های بینایی و وستیبولار مختل می‌شود و اطلاعات حس پیکری در کنترل پوسچر غالب است، بازیکنان گلبال عملکرد بهتری نسبت به نابینایان غیرورزشکار دارند.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر کنترل پوسچر بازیکنان گلبال به طور قابل توجهی و فقط در جهت داخلی-خارجی و کلی بهتر از دو گروه دیگر است. این نتیجه مشابه یافته‌های Aydog و همکاران (۲۰۰۶) بود. آن‌ها در توجیه این مشاهدات دو دلیل احتمالی را بیان کردند: یکی سطوح ناکافی تمرینات برای بهبود ثبات حتی در جهت قدامی-خلفی و دیگری ماهیت خود بازی گلبال. بازیکنان گلبال حین بازی در تلاش هستند تا توپ‌های پرتاب‌شده از سمت حریف را با حرکت و گاهی پرش به طرفین دریافت کنند. به عبارتی دیگر، حرکات جانبی همیشه در بازی وجود دارد و این می‌تواند توضیحی برای مشاهده تفاوت معنادار کنترل پوسچر جانبی-خارجی باشد.^[۳۹]

در پژوهش Aydog و همکاران (۲۰۰۶) کنترل پوسچر بازیکنان گلبال با غیرورزشکاران نابینا تفاوت معناداری نداشت، اما در پژوهش حاضر بازیکنان گلبال نه تنها از غیرورزشکاران نابینا بلکه از غیرورزشکاران بینا نیز عملکرد بهتری داشتند. علت این امر ممکن است میزان نقص بینایی شرکت‌کنندگان در دو مطالعه باشد. آزمودنی‌های پژوهش حاضر برخلاف پژوهش Aydog و همکاران (۲۰۰۶) نابینای مطلق بودند. افراد نابینای مطلق از زمان تولد و در غیبت حس بینایی، درک خود را از سایر حواس بهبود می‌بخشند.^[۱۲] بنابراین در شرایط مساوی و زمانی که اطلاعات بینایی در هر دو گروه بینا و نابینا حذف می‌شود، گروه ورزشکار نابینا هم به دلیل نقص مادرزادی^[۱۲] و هم تمرینات ورزشی در گلبال تمایل بیشتری در استفاده از اطلاعات حس عمقی و دیگر حواس دارد، در حالی که در گروه بینا وابستگی به حواس بینایی بیشتر است.^[۱۲] و در کنترل پوسچر عملکرد ضعیف‌تری دارند.

نتیجه‌گیری

یافته پژوهش حاضر نشان داد که بهره‌مندی سیستم کنترل پوسچر از اطلاعات حسی-پیکری در بازیکنان گلبال بیش از نابینایان غیرورزشکار است؛ بنابراین به نظر می‌رسد مشارکت در فعالیت بدنی، به ویژه ورزشی مانند گلبال که مجموعه‌ای از تکنیک‌های جهت‌یابی را دربردارد، از طریق بهبود سیستم حسی-پیکری، وضعیت کنترل تعادل را در افراد نابینای مطلق که تجربه بینایی نداشته‌اند، بهبود می‌بخشد.

¹ kinesthesia

از کلیه آزمودنی‌های حاضر در این پژوهش شامل ورزشکاران نابینای کلاس B1 گلبال در مسابقات قهرمان کشوری و همچنین غیرورزشکاران از مدرسه شهید محبی شهر تهران که ما را در انجام مطالعه کنونی یاری رساندند، کمال تقدیر و تشکر را داریم.

منابع

1. Pascolini D, Mariotti SP. Global estimates of visual impairment: 2010. *The British journal of ophthalmology*. 2012;96(5):614-8.
2. Joghatai M, Mohammad K, Rahgozar M, Siadati S. A national survey of visual disturbances in Iran. *Journal of Medical Council of Islamic Republic of Iran*. 2001;19(3):203-9.
3. Jazi SD, Purrajabi F, Movahedi A, Jalali S. Effect of selected balance exercises on the dynamic balance of children with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*. 2012;106(8):466.
4. Giagazoglou P, Amiridis IG, Zafeiridis A, Thimara M, Kouvelioti V, Kellis E. Static balance control and lower limb strength in blind and sighted women. *European journal of applied physiology*. 2009;107(5):571-9.
5. Dakin CJ, Heroux ME, Luu BL, Inglis JT, Blouin JS. Vestibular contribution to balance control in the medial gastrocnemius and soleus. *Journal of neurophysiology*. 2016;115(3):1289-97.
6. Eysel-Gosepath K, McCrum C, Epro G, Bruggemann GP, Karamanidis K. Visual and proprioceptive contributions to postural control of upright stance in unilateral vestibulopathy. *Somatosensory & motor research*. 2016:1-7.
7. Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction of balance. Suggestion from the field. *Physical therapy*. 1986;66(10):1548-50.
8. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of neurophysiology*. 2002;88(3):1097-118.
9. Bent LR, McFadyen BJ, Inglis JT. Visual-vestibular interactions in postural control during the execution of a dynamic task. *Experimental Brain Research*. 2002;146(4):490-500.
10. Davlin-Pater C. The effects of visual information and perceptual style on static and dynamic balance. *Motor control*. 2010;14(3):362-70.
11. Hall JE. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book: with Student Consult Online Access: Elsevier Health Sciences; 2010.
12. Aras D, Güler Ö, Güllü M, Akça F, Arslan E, Akalan C. Comparison of balance skills of visually impaired and non-impaired judo athletes and goalball/futsal players. *Physical education of students*. 2018;22(6):292-7.
13. Aslan CS, Karakollukçu M, Ürgüp S. Effects of Body Composition on Achievement in Goalball. *Journal of Physical Fitness, Medicine & Treatment in Sports*. 2018;3:1-4.
14. Mohammadi F. Assessment of CNS function on postural control with and without somatosensory and vestibular perturbation in goalball players in comparison with nonathlete blind and sighted subjects. Tehran: Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Tehran; 2008. [In Persian].
15. Karakaya IC, Aki E, Ergun N. Physical fitness of visually impaired adolescent goalball players. *Perceptual and motor skills*. 2009;108(1):129-36.
16. Çolak T, Bamaç B, Aydın M, Meriç B, Özbek A. Physical fitness levels of blind and visually impaired goalball team players. *Isokinetics and exercise science*. 2004;12(4):247-52.
17. Akinoglu B, Kocahan T. Comparison of muscular strength and balance in athletes with visual impairment and hearing impairment. *Journal of exercise rehabilitation*. 2018;14(5):765-70.
18. Bednarczuk G, Molik B, Morgulec-Adamowicz N, Kosmol A, Wiszomirska I, Rutkowska I, et al. Static balance of visually impaired paralympic goalball players. *International Journal of Sports Science & Coaching*. 2017;12(5):611-7.
19. Wiszomirska I, Kaczmarczyk K, Blazkiewicz M, Wit A. The Impact of a Vestibular-Stimulating Exercise Regime on Postural Stability in People with Visual Impairment. *BioMed research international*. 2015;2015:136969.
20. Kiyani P, Farahpoor N. Evaluation of performance of the vestibular proprioception and vision systems on postural control of old men. *Iranian Journal of Ageing*. 2015;10(3):44-53. [In Persian].
21. Jeter PE, Haaz Moonaz S, Bittner AK, Dagnelie G. Ashtanga-Based Yoga Therapy Increases the Sensory Contribution to Postural Stability in Visually-Impaired Persons at Risk for Falls as Measured by the Wii Balance Board: A Pilot Randomized Controlled Trial. *PLoS One*. 2015;10(6):e0129646.
22. Haran FJ, Keshner EA. Sensory reweighting as a method of balance training for labyrinthine loss. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*. 2008;32(4):186-91.
23. Lee SJ, Ren Y, Chang AH, Geiger F, Zhang LQ. Effects of pivoting neuromuscular training on pivoting control and proprioception. *Medicine and science in sports and exercise*. 2014;46(7):1400-9.
24. Dohm-Acker M, Spitzenpfeil P, Hartmann U. [Effect of proprioceptive trainings tools for the muscles in stance stability]. *Sportverletzung Sportschaden*. 2008;22(1):52-7.
25. Aydın T, Yildiz Y, Yildiz C, Atesalp S, Kalyon TA. Proprioception of the ankle: a comparison between female teenaged gymnasts and controls. *Foot & ankle international*. 2002;23(2):123-9.

26. Lephart SM, Giraldo JL, Borsa PA, Fu FH. Knee joint proprioception: a comparison between female intercollegiate gymnasts and controls. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 1996;4(2):121-4.
27. Sundstrup E, Jakobsen MD, Andersen JL, Randers MB, Petersen J, Suetta C, et al. Muscle function and postural balance in lifelong trained male footballers compared with sedentary elderly men and youngsters. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20 Suppl 1:90-7.
28. Santos CdN, Carvalho TLd, Felício LR, Mainenti MRM, Vigário PdS. Postural control in athletes with different degrees of visual impairment. *Journal of Physical Education*. 2018;29.
29. Aydog E, Aydog ST, Cakci A, Doral MN. Dynamic postural stability in blind athletes using the biodex stability system. *International journal of sports medicine*. 2006;27(5):415-8.
30. Çakci A, Doral MN. Reproducibility of postural stability scores in blind athletes. *Isokinetics and exercise science*. 2004;12(4):229-32.
31. Seyedi M, Seidi F, Minoonejad H. An Investigation of the Efficiency of Sensory Systems Involved in Postural Control in Deaf Athletes and Non-Athletes. *Journal of Sport Medicine*. 2015;7(1):111-27. [In Persian].
32. Ghotbi N, Hassanpour A. Effect of somatosensory impairments on balance control. *Audiology*. 2012;21(3):1-8.
33. Pandian T, Ukamath S, Jetley N. Clinical test of sensory interaction in balance (CTSIB): Concurrent validity study in healthy Indian children. *Journal of Pediatric Neurology*. 2011;9(3):311-8.
34. Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of athletic training*. 2007;42(1):42-6.
35. Cheng HS, Law CL, Pan HF, Hsiao YP, Hu JH, Chuang FK, et al. Preliminary results of dancing exercise on postural stability in adolescent females. *The Kaohsiung journal of medical sciences*. 2011;27(12):566-72.
36. Asadi Ghaleni M, Taheri H, Sohrabi M. The effect of somatosensory intervention training on balance in healthy elderly. *Daneshvar Medicine*. 2014;21(109):71-6. [In Persian].
37. Rezaeipour M. Comparison of two methods of restoring somatosensory and motor function of the paretic upper limb after stroke. *Urmia Medical Journal*. 2018;29(6):428-36. [In Persian].